Mineralogie si Petrologie

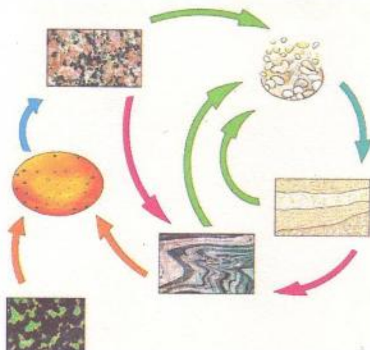


Octavian Georgescu
Petroleum - Gas University of Ploiesti

OCTAVIAN GEORGESCU

GHEORGHE BRĂNOIU

MINERALOGIE
ŞI
PETROLOGIE



EDITURA UNIVERSITĂŢII PETROL-GAZE DIN PLOIEŞTI

2010

OCTAVIAN GEORGESCU

GHEORGHE BRĂNOIU

MINERALOGIE

ŞI

PETROLOGIE

EDITURA UNIVERSITĂȚII PETROL-GAZE DIN PLOIEŞTI

2010

MINERALOGIE
ŞI
PETROLOGIE

Autorii poartă întreaga răspundere morală, legală și materială față de editura și terțe persoane pentru conținutul lucrării.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
GEORGESCU, OCTAVIAN
Mineralogie şi petrologie / Octavian Georgescu, Gheorghe Brănoiu. - Ploieşti: Editura Universităţii Petrol-Gaze din Ploieşti, 2010
p. 421; 29 x 20 x 2 cm.
Bibliogr.
ISBN 978-973-719-340-7

I. Brănoiu, Gheorghe

552

Control ştiinţific:
Prof. univ. dr. ing. **Ion Mălureanu**
Redactor:
Conf. dr. ing. **Mihail Valentin Batistatu**
Tehnoredactare computerizată:
Sef lucr. dr. ing. **Gheorghe Brănoiu**
Coperta:
Tehn. **Mihail Radu**
Director editură:
Prof. univ. dr. ing. **Şerban Vasilescu**

Adresa: Editura Universităţii Petrol-Gaze din Ploieşti
Bd. Bucureşti nr. 39, cod 100680
Ploieşti, România
Tel. 0244-573171, Fax 0244-575847

Prefaţă

Lucrarea MINERALOGIE ŞI PETROLOGIE se adresează studenţilor Facultăţii de Ingineria Petrolului şi Gazelor din Universitatea Petrol-Gaze din Ploieşti, precum şi studenţilor de la alte specializări conexe domeniului Geologiei. Deşi cursul a fost pregătit pentru studenţii de la zi, el poate fi utilizat în egală măsură şi de către studenţii formei de învăţământ la distanţă şi cu frecvenţă redusă.

În conformitate cu programa analitică se redau într-o formă succintă noţiuni de cristalografie (simetria cristalelor, sisteme de cristalizare, legile cristalografiei, cristalografie structurală), noţiuni de cristalochimie (aranjamente coordinative, fenomene cristalochimice, clasificarea şi descrierea principalelor grupe de minerale), noţiuni de geneza mineralelor şi rocilor în procesele magmatice, metamorfice şi sedimentare.

Lucrarea de faţă îşi propune să pună la îndemâna cititorilor cunoştinţele generale, fundamentale, despre minerale în lumina recomandărilor făcute de I.M.A (International Mineralogical Association), respectiv a C.N.M.M.N. (Commission on New Mineral and Mineral Names) menţionându-se însă şi vechile denumiri sau chiar clasificări, unele discreditate dar încă rămase în uz în literatura mai veche.

De asemenea, s-a urmărit adaptarea noţiunilor referitoare la roci (denumiri, descrieri, clasificări, etc.) conform recomandărilor subcomisiilor pentru sistematica rocilor (S.S.I.R. – Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks şi S.C.M.R. – Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks) din cadrul I.U.G.S. (International Union of Geological Sciences).

Cursul a fost structurat corespunzător programei analitice cuprinzând noţiuni, concepte de bază şi fenomene fizico-chimice şi geologice caracteristice domeniului mineralogiei şi petrologiei, indispensabile pregătirii unor specialişti în domeniul petrolului, geologiei, construcţiilor, protecţiei mediului, etc.

Lucrarea are la bază o vastă bibliografie, este bogat ilustrată cu figuri, planşe şi tabele, dând posibilitatea cititorilor să o folosească pentru o bună înţelegere a problematicii expuse.

Autorii sunt recunoscători tuturor celor care aduc sugestii pentru îmbunătăţirea formei şi calităţii lucrării la o nouă ediţie.

Octavian Georgescu

Gheorghe Brănoiu

CUPRINS

1. INTRODUCERE

1.1. MINERALOGIA CA ŞTIINŢĂ

Mineralogia este una din ştiinţele naturii care se ocupă cu studiul mineralelor, termenul de mineral derivând din cuvântul latinesc „*minera*” = bucată de minereu, istoria omenirii neputându-se concepe în afara substanţelor minerale, ele constituind o componentă esenţială a vieţii economice a societăţii pe toate treptele dezvoltării sale.

Noţiunea de mineral include în sens strict, toate substanţele naturale, anorganice, cristalizate sau în mod excepţional amorfe, solide sau lichide, omogene din punct de vedere fizic şi chimic, care s-au format în scoarţa terestră şi fac parte din ea.

Noţiunea de mineral se poate extinde:

1. la lichidele şi gazele întâlnite în natură (H_2O, CO_2, N_2, He, etc.), care nu pot fi legate de materia vie. Majoritatea autorilor consideră că, cu excepţia mercurului nativ, nici un lichid nu poate fi considerat mineral.

2. la materiile organice fosile (răşini, asfalturi, cărbuni, diatomit, oase, etc.).

3. la produsele sintetice anorganice, amorfe sau cristalizate (sticle, smalţuri, cimenturi, produse refractare, minerale sintetice), industria putând produce astăzi minerale artificiale în cantităţi şi de calitate care depăşesc mult pe cele pe care le poate furniza natura (diamante, rubine şi safire sintetice, carborund, periclaz, etc.).

Starea cristalină este starea normală de existenţă a materiei solide, caracterizată prin aranjarea ordonată, periodic tridimensională, a particulelor componente (ioni, atomi sau molecule).

Din punct de vedere morfologic, ***cristalul*** (gr. *krystallos* = gheaţă) poate fi definit ca un poliedru convex, mărginit de feţe plane, format în procesul de cristalizare dintr-o topitură, din soluţie sau direct prin sublimare.

Omogenitatea chimică a cristalului este dată de uniformitatea compoziţiei chimice în toată masa cristalului, iar omogenitatea fizică este consecinţa omogenităţii chimice şi

se manifestă prin existenţa aceloraşi proprietăţi fizice, pe direcţii paralele, în întregul volum.

Specia minerală grupează indivizi ce au aceleaşi caracteristici esenţiale: structură reticulară şi compoziţie chimică, care la rândul lor determină proprietăţilor fizice şi chimice caracteristice speciei.

Mineralele cristalizate pot lua forme exterioare regulate, formând cristale, sau forme neregulate, rezultând mase cristaline.

Gruparea mineralelor de acelaşi fel sau de feluri diferite reprezintă un agregat mineral. Agregatul poate fi monomineral (alcătuit dintr-un singur mineral), sau din mai multe specii minerale (agregat polimineral).

Roca este un agregat alcătuit din unul sau mai multe minerale, care apare în cantităţi mari şi s-a format în condiţii geologice bine definite.

Agregatul sau roca devine ***minereu*** dacă prezintă interes pentru extragerea unuia sau mai multor elemente sau dacă poate fi utilizat ca atare.

Minereul, în sens restrâns, poate fi definit ca un mineral metalifer sau un agregat de minerale metalifere asociate, în cantitate mare sau mai mică, cu minerale de gangă, din care se pot extrage în mod rentabil unul sau mai multe metale.

Noţiunea de ***gangă*** se referă la mineralele nemetalifere din minereuri care se găsesc în asociaţie naturală (parageneză) cu minerale metalifere utile. Conţinutul în metal al minereurilor poate fi exprimat în procente (%), în grame pe tonă (g/t) în cazul metalelor preţioase (Ag, Au, Pt), care de regulă au conţinuturi sub 1% în zăcăminte. În cazul pietrelor preţioase (diamant, rubin, smarald) un carat reprezintă 0,215g.

1.2. UTILIZAREA MINERALELOR

Apariţia şi dezvoltarea mineralogiei este legată de nevoia cunoaşterii de către om a mineralelor întrebuinţate în diverse scopuri: ca podoabe, pentru ornamente, la confecţionarea uneltelor, în construcţii, ca materie primă pentru ceramică, lianţi, abrazivi, materiale refractare, ca surse de energie (cărbuni, ţiţei, minerale radioactive), ca îngrăşăminte sau amendamente în agricultură, în alimentaţie, medicină, etc.

Periodizarea istoriei omenirii (mai ales a istoriei antice) se face după mineralele şi metalele care au avut o largă utilizare într-un anumit interval de timp (epoca pietrei, epoca bronzului, epoca fierului, etc.)

La temelia dezvoltării social-economice a omenirii stă fierul, dezvoltarea societăţii omeneşti luând un ritm deosebit odată cu descoperirea metodelor şi procedeelor de extragere a fierului din oxizi (magnetit, hematit, limonit) sau din carbonaţi (siderit).

Chinezii au cunoscut fierul în urmă cu 5.000 de ani, după cum o atestă cronicile chinezeşti. Extragerea fierului din minereuri oxidice s-a realizat cu cca. 3500 de ani î.Cr. de către hitiţii din Asia Mică.

Hematitul şi oxizii de mangan au fost utilizaţi încă din preistorie ca pigmenţi minerali necesari colorării produselor ceramice sau la picturile rupestre.

Mineralele argiloase au avut o largă utilizare în preistoria şi istoria omenirii la confecţionarea cărămizilor arse, la confecţionarea obiectelor de uz comun, de cult şi a unor opere de artă (oale, castroane, farfurii, amfore, opaiţe, amulete, etc.), la confecţionarea de tuburi ceramice pentru apeducte, tuburi pentru încălzirea locuinţelor.

Aurul a fost primul metal folosit de omenire în urmă cu aproximativ 17.000 de ani în urmă, la început fiind extras din aluviuni şi ulterior din zăcăminte primare.

În întreaga lume se cunosc peste 150 de zăcăminte mai importante de aur, în care se apreciază că ar exista peste 100 milioane kg de aur. Aurul a fost şi încă mai este etalonul monedelor naţionale, dar se utilizează şi în bijuterie, industria chimică şi farmaceutică, dentistică, electronică, etc.

Cuprul a fost descoperit în urmă cu 8.000 de ani de către locuitorii de pe versantul de sud a Munţilor Caucaz. Descoperirea bronzului (aliaj de Cu cu Sn şi alte elemente) a avut loc în anul 5706 î.Cr. în oraşul Suza (Iranul de azi), acesta fiind folosit la confecţionare de arme, scuturi, coifuri, săgeţi, lănci, etc. Actualmente cuprul este un metal foarte căutat în industria electrică şi electrotehnică. În aceeaşi industrie electrotehnică sunt astăzi folosite cantităţi mari de mice, talc, azbest şi feldspaţi, pentru fabricarea izolatorilor şi grafitul pentru fabricarea electrozilor, a pilelor şi contactelor mobile.

În industria chimică se folosesc cantităţi mari de pirită (FeS_2) pentru fabricarea acidului sulfuric, a chibriturilor şi medicamentelor, sarea gemă ($NaCl$) pentru fabricarea

produselor cloro-sodice (HCl, Cl_2, NaOH, etc.), calcarele pentru fabricarea varului, cimentului, bicarbonaţilor, etc.

În industria ceramică, din caolin şi feldspaţi se fabrică porţelanuri, smalţuri, emailuri şi izolatori electrici, iar în industria sticlei se folosesc cantităţi mari de cuarţ (nisipuri cuarţifere, cuarţite, etc.).

În industria petrochimică (la rafinarea petrolurilor) se folosesc cantităţi mari de bentonite şi zeoliţi (silicaţi cu structuri spaţiale cu goluri în formă de canale de dimensiuni diferite).

Dintre primele minerale utilizate de către oameni, numai pietrele preţioase şi-au păstrat de-a lungul istoriei un loc particular şi continuă să exercite asupra oamenilor o anumită fascinaţie. Omul a folosit ca obiecte de podoabă pietre preţioase cum sunt: diamantul, rubinul, safirul şi smaraldul şi pietre semipreţioase sau fine, cum sunt mineralele folosite curent în bijuterie ca: turmalina, turcoaza, crisoberilul, spinelul, zirconul, granaţii, jadul, cuarţul, opalul, amazonitul.

1.3. EVOLUŢIA CUNOŞTINŢELOR DESPRE MINERALE

Mineralogia şi petrografia (ştiinţa rocilor) au apărut în formele lor empirice în momentul în care omul preistoric a fost nevoit să procure pietre pentru apărare şi vânătoare.

Încercări de clasificare şi descriere a mineralelor sunt cunoscute încă din antichitate. Aristotel (384-322 î.Cr.), în lucrarea sa „Meteorologica”, include date despre minerale, metale şi fosile. Teophrast (372-284 î.Cr.), în lucrarea sa „Despre pietre” face o descriere detaliată a mineralelor şi rocilor cunoscute, lucrarea fiind considerată ca „prima carte de mineralogie”.

Plinius cel Bătrân (27-79 d.Cr.), în lucrarea enciclopedică „Historia naturalis” în 37 de volume, tratează în 5 volume despre pietre preţioase, minereuri metalice şi roci.

În Evul Mediu sunt de menţionat lucrările savanţilor arabi Al Biruni şi Avicena (Ibn Sina), acesta din urmă, în lucrarea sa „Tratat despre pietre”, face importante observaţii mineralogice, admiţând chiar o teorie asupra formării munţilor.

În secolele următoare apar o serie de lucrări, care, prin conţinutul lor, stau la baza mineralogiei şi cristalografiei moderne. Astfel Nicolaus Steno (Niels Stensen) (1638-

1698), descoperă şi enunţă în 1669, *legea constanţei unghiurilor* cristalelor aceleiaşi specii minerale.

Romé de l'Isle (1736-1790) publică în 1772 prima lucrare de ansamblu asupra formelor cristaline şi introduce pentru prima dată termenul de *cristalografie*.

În Suedia, Ch. Linné (1707-1778) întocmeşte o sistematică a mineralelor în „spirit naturalist", separându-le pe genuri, specii, fiecare specie căpătând nume în limba latină.

René Just Haüy (1743-1822) este fondatorul mineralogiei moderne. El a creat "Cristalografia" şi a ridicat "Mineralogia" la rang de ştiinţă. În tratatele sale de Mineralogie (1811) şi Cristalografie (1822), Haüy a realizat o bună definire a majorităţii speciilor minerale cunoscute în epocă. Numeroase specii minerale poată numele pe care le-a dat Haüy: ortoză, amfibol, piroxen, anatas, epidot, disten, sfen, etc.

În secolele XIX şi XX, mineralogia şi petrologia cunosc o mare dezvoltare prin lucrările savanţilor ruşi: E.S. Feodorov, G.V. Vulf, V.I. Vernadski, A.E. Fersman, A.N. Zavariţki; a savanţilor francezi: A. Bravais, M. Levy; a savanţilor germani: A. Schönflies, E. Mitscherlich, V.M. Goldschmidt, H. Rosenbusch, M.V. Laue; a savanţilor englezi: W.H. Bragg şi W.L. Bragg; a savanţilor americani: J.D. Dana, E.S. Dana, F. Turner, J. Verhoogen; a celor norvegieni: W.C. Brögges, şi alţii.

1.4. ISTORICUL DEZVOLTĂRII MINERALOGIEI ŞI PETROLOGIEI PE TERITORIUL ROMÂNIEI

Cunoaşterea mineralelor şi a rocilor, consecinţă a activităţii miniere de pe teritoriul ţării noastre, este o preocupare de veche tradiţie. Sciţii, dacii şi romanii au exploatat sarea din salinele din Transilvania de acum 2500 de ani. Sciţii exploatau minereurile de cupru şi fier încă din anii 700-3.000 î.Cr. După cucerirea Daciei, romanii au luat ca pradă de război cca. 165.000 kg de aur şi 330.000 kg de argint.

Dintre lucrările tipărite, prima menţionare este lucrarea „Auraria Romano Dacica" a lui Samuel Köléseri, tipărită la Sibiu în 1717, prima lucrare de mineralogie despre Transilvania, scrisă de Inspectoratul general al minelor şi în care sunt descrise bogăţiile minerale ale regiunii.

Dimitrie Cantemir (1673-1723), în lucrarea „Descriptio Moldaviae", scrisă în 1716 şi tipărită postum în 1725 la Berlin, descrie salinele, extragerea aurului din

aluviuni, depozitele de fosfaţi din malul Nistrului şi izvoarele de păcură de la Dofteana (Moineşti).

Prima carte de mineralogie scrisă în limba română (cu caractere chirilice) este a medicului Iacob Cristian Cihac (1800-1888), intitulată „Istoria naturală, întâia-oară în limba română compusă”, apărută la Iaşi în 1837. Lucrarea cuprinde trei capitole: I – Imperia animalelor, II – Imperia plantelor şi III – Imperia mineralelor, cu 4 clase (pietre pământoase, săruri minerale, minerale arzătoare şi metale). Sunt descrise 18 minerale din Moldova.

O descriere foarte detaliată a mineralelor din Transilvania este făcută în lucrarea „Mineralogie Siebenburgens” de M.J. Achner, publicată la Sibiu în 1855. Lucrarea era atât de detaliată încât prezenta şi ivirile de platină nativă semnalate în aluviunile de la Pianu de Sus, jud. Alba. De altfel, pe teritoriul ţării noastre au fost descoperite peste 30 de minerale noi, unele purtând numele toponimiei locale: silvanit (Transilvania) – $(Au,Ag)Te_2$, nagyagyt (săcărâmbit – Săcărâmb) – $AuPb_7S_3(Te,Sb)_5$, csiklovait (Ciclova) – $Bi_2Te(S,Se)_2$, dognescskait (Dognecea – $Cu_2S{\cdot}2Bi_2S_3$), etc.

Activitatea ştiinţifică modernă, sistematică, practic apariţia Geologiei, se leagă de înfiinţarea învăţământului geologic universitar, respectiv a catedrelor de geologie de pe lângă universităţile din Iaşi (1863) şi Bucureşti (1864), unde au activat ca primi titulari profesorii, Grigore Cobălcescu (1831-1892) la Iaşi şi Grigore Ştefănescu (1838-1911) la Bucureşti. Din aceeaşi generaţie face parte Petru Poni (1841-1925), profesor de chimie la Universitatea din Iaşi, cercetător al chimismului mineralelor din România, autor a primei monografii asupra mineralelor din ţara noastră.

În anul 1882 ia fiinţă, la Bucureşti, Biroul Geologic, sub îndrumarea căruia se publică prima hartă geologică a României (1883-1898) la scara 1:800.000, iar în anul 1906 se creează Institutul Geologic al României, sub conducerea lui Ludovic Mrazec (1867-1944).

Două importante personalităţi se remarcă prin contribuţia lor la dezvoltarea geologiei româneşti, atât organizatoric cât şi ştiinţific: Gheorghe Munteanu Murgoci (1872-1925) şi Ludovic Mrazec.

Gheorghe Munteanu Murgoci a studiat mineralele din Dobrogea, serpentinitele din Parâng, amfibolii albaştrii din Făgăraş, chihlimbarul din România şi zăcământul de aur de la Valea lui Stan, el fiind întemeietorul pedologiei în România. Ludovic Mrazec a

studiat zăcămintele de petrol şi sare, fiind considerat părintele diapirismului, domenii în care s-a impus pe plan internaţional.

O realizare deosebit de valoroasă a Institutului Geologic este harta geologică a României la scara 1:500.000 începută sub direcţia lui L. Mrazec şi încheiată în 1959 sub direcţia lui G. Macovei (1880-1968), profesor de geologie stratigrafică la Institutul Politehnic şi Institutul de mine Bucureşti.

În perioada imperiului Habsburgic, în Transilvania (sec XVIII şi XIX), o serie de cercetători, proveniţi din şcoala austriacă, efectuează studii geologice pentru substanţele minerale. Dintre aceştia amintim pe Bernhard von Cotta care a studiat zăcămintele de mangan din Bucovina, zăcămintele de fier din Covasna şi de la Ocna de Fier; Fr. Pošepny (M-ţii Lăpuşului, Rodna Veche, Roşia Montană, Băiţa Bihor); I. Krenner (Baia Sprie, Valea Vinului, Roşia Montană); G. Tschermak (Rodna, Ocna de Fier, Roşia Montană, Masivul Ditrău); M. Pálfy (M-ţii Bihor, Gilău, Metaliferi, Harghita, Baia Mare); J. Szádeczky (Harghita, Călimani, Ţicău- Preluca, Vlădeasa, Gilău, bauxitele de la Pădurea Craiului, etc.).

Din generaţia născută în jurul anului 1900 s-a remarcat în geologie o pleiadă de personalităţi cu lucrări valoroase în toate disciplinele geologice, majoritatea membrii de frunte ai Academiei.

Mircea Savul (1895-1964) – profesor de mineralogie la Universitatea din Iaşi, s-a remarcat prin lucrări de geotermometrie, analiză petrografică structurală şi geochimia vanadiului, fosforului şi a manganului.

Alexandru Codarcea (1900-1974) – profesor de mineralogie la Institutul Politehnic Bucureşti şi la Institutul de Petrol, Gaze şi Geologie Bucureşti, a descifrat structura geologică a regiunii Ocna de Fier – Dognecea, fiind autorul unor ample lucrări privind metamorfismul de contact termic, petrografia şi tectonica Carpaţilor Meridionali.

Virgil Ianovici (1908-1990) – profesor de mineralogie la Universitatea din Bucureşti şi Iaşi, a studiat şi definit mineralogic, petrografic şi genetic masivul alcalin de la Ditrău, zăcămintele de baritină de la Somova şi Ostra, zăcământul polimetalic de la Gemenea, amfibolii sodici din granitele şi sienitele de la Iacobdeal, elaborând împreună cu alţi autori o vastă monografie a Munţilor Metaliferi şi a Munţilor Apuseni.

Nicolae Petrulian (1902-1985), profesor de zăcăminte la Institutul Politehnic Bucureşti, la Institutul de Mine şi Institutul de Petrol, Gaze şi Geologie Bucureşti, rector al acestor unităţi de învăţământ, stabileşte succesiunea de formare şi condiţiile de geneză ale mineralizaţiilor din zăcămintele de sulfuri de la Herja, Săsar, Roşia Montană şi a mineralizaţiei de cobalt de la Valea lui Neguleţ, introducând pentru prima dată în ţara noastră studiul calcografic al mineralizaţiilor.

Eugen Stoicovici (1906-1992) – profesor de mineralogie şi geochimie la Universitatea din Cluj, a abordat o tematică vastă de cercetare în domeniile cristalografiei, mineralogenezei magmatice, metamorfice şi sedimentare, geochimiei, mineralogiei şi petrologiei substanţelor artificiale, mineralogiei argilelor, cosmo-mineralogiei, etc.

Dan Giuşcă (1904-1998) – profesor de petrologie la Universitatea Bucureşti, a adus date noi asupra telururilor aurifere, având importante lucrări de cristalochimie, geochimie, petrografie regională. A realizat numeroase şi valoroase lucrări de cercetare asupra ofiolitelor, banatitelor şi vulcanitelor neogene, proceselor de contact termic şi a mineralizaţiilor asociate.

Acestora li se adaugă nume ca T.P. Ghiţulescu, M. Socolescu, I. Gavăţ, L. Pavelescu, V. Manilici, V. Brană, N. Lupei, G. Cioflică, Gh. Mastacan, D. Rădulescu, Livia Steclaci, Victoria Stiopol, M. Kraütner, M. Borcoş şi nu în ultimul rând profesori de geologie de la Institutul de Petrol şi Gaze Ploieşti: C. Beca, V. Dragoş şi A.P. Kissling, care au format numeroase generaţii de specialişti în domeniile geologiei, unii dinte ei lucrând cu rezultate deosebite şi pe alte meleaguri.

În prezent în stadiu final se află lucrarea amplă „Mineralogia României”, elaborată de un colectiv de specialişti de la Institutul Geologic al României sub îndrumarea dr.ing. geolog Gh. Udubaşa.

BIBLIOGRAFIE

1. Anastasiu, N., 1998: Sedimentologie şi petrologie sedimentară, Editura Univesităţii din Bucureşti.
2. Apostolescu, R., 1982: Cristalografie-mineralogie, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
3. Bedelean, I., Stoici, S.D., 1984: Zeoliţi, Editura Tehnică, Bucureşti.
4. Betehtin, A.G., 1953: Curs de mineralogie (traducere din limba rusă), Editura Tehnică, Bucureşti.
5. Brănoiu, Gh., 2007: Transformări mineralogice în urma proceselor de exploatare secundară a zăcămintelor de hidrocarburi, Teza de doctorat, Universitatea Petrol-Gaze din Ploieşti.
6. Codarcea, Al., 1965: Mineralogie, vol. I, Cristalografia, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
7. Coombs, D.S., et al., 1997: Recommended nomenclature for zeolite minerals: Report of the Subcommittee on zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names, The Canadian Mineralogist, vol. 35, p. 1571-1606.
8. Costin, G., Ciocîrdel, M., 2004: Recomandări privind nomenclatura şi clasificarea rocilor magmatice şi metamorfice, Editura Cartea Universitară, Bucureşti.
9. Cruceanu, M., Popovici, E., Bâlba, N., Naum, N., Vlădescu, L., Vasile, A., Russu, E.R., 1986: Site moleculare zeolitice, Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti.
10. Dana, J.D., Dana, S.D., 1951: The system of Mineralogy, John Wiley & Sons, New York.
11. Deer, W.A., Howie, R.A., Zussman, J., 1962-1965: Rock forming minerals, vol. 1-5, Longmans, Green and Co. Ltd., London.
12. Frunzescu, D., 1985: Geologie generală şi stratigrafică, îndrumar de lucrări practice, I.P.G. Ploieşti.
13. Frunzescu, D., Brănoiu, Gh., 2002: Geologie generală aplicată în foraj-extracţie, Editura Universităţii din Ploieşti.
14. Giuşcă, D., 1986: Structura atomică a mineralelor, Editura Tehnică, Bucureşti.
15. Georgescu, O., 1985: Mineralogie – îndrumar de laborator, I.P.G. Ploieşti.
16. Georgescu, O., 1989: Studiul posibilităţilor de punere în evidenţă de noi zăcăminte de hidrocarburi lichide şi gazoase în depozitele sedimentare şi ale fundamentului fisurat productiv din perimetrul cuprins între valea Barcău şi valea Tur din Depresiunea Pannonică, cu privire specială la caracterele mineralogo-petrografice ale colectoarelor, Teză de doctorat, I.P.G. Ploieşti.

17. Georgescu, O., 1997: Cristalochimie, Editura Imprimex, Ploieşti.
18. Georgescu, O., 2000: Determinarea mineralelor cu ajutorul microscopului polarizant, Editura Premier, Ploieşti.
19. Georgescu, O., Brănoiu, Gh., 2003: Cristalografie geometrică, Editura Universităţii din Ploieşti.
20. Georgescu, O., Brănoiu, Gh., 2005: Mineralogie descriptivă, Editura Universităţii din Ploieşti.
21. Georgescu, O., Brănoiu, Gh., 2007: Mineralogie, Editura Universităţii din Ploieşti.
22. Grim, R.E., 1968: Clay mineralogy, Second edition, McGraw-Hill Book Co., New York.
23. Ianovici, V., Stiopol, V., Constantinescu, E., 1979: Mineralogie, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
24. Imreh, I., 1987: Geochimie, Editura Dacia, Cluj-Napoca.
25. Ionescu, M., Frunzescu, D., 1985: Petrografie, îndrumător de laborator, I.P.G. Ploieşti.
26. Ionescu, M., Georgescu, O., 1993: Mineralogie şi petrologie, vol. II – Petrologie, Editura U.P.G. Ploieşti.
27. Kissling, Al., 1979: Mineralogie, Institutul de Petrol şi Gaze, Ploieşti.
28. Kleber, W., 1965: Einführung in die Kristallographie, VEB Verlag Technik, Berlin.
29. Leake, B.E., et al., 1997: Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names, The Canadian Mineralogist, vol. 35, p. 219-246.
30. Leake, B.E., et al., 2004: Nomenclature of amphiboles: additions and revisions to the International Mineralogical Associations amphibole nomenclature, American Mineralogist, vol. 89, p. 883-887.
31. Le Maitre, R.W. (ed.), 1989: A classification of igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks: Oxford, Blackwell Scientific Publications, 193p.
32. Le Maitre, R.W., 2002: Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks, Cambridge University Press, 236p.
33. Macaleţ, V., 1996: Cristalografie şi Mineralogie, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
34. Mastacan, Gh., Mastacan, I., 1976: Mineralogie, vol. I şi II, Editura Tehnică, Bucureşti.
35. Matei, L., 1986: Minerale şi roci argiloase, vol. I, II, III, Universitatea Bucureşti.

36. Morimoto, N., et al., 1989: Nomenclature of pyroxenes – Subcommittee on pyroxenes, Commission on New Minerals and Mineral Names – International Mineralogical Association, Canadian Mineralogist, vol. 27, p. 143-156.
37. Mureşan, I., Ghergari, L., Bedelean, I., 1986: Determinator de minerale, Universitatea din Cluj-Napoca.
38. Mureşan, I., 1997: Mineralogie, partea I, Universitatea Babeş-Bolyai, Cluj-Napoca.
39. Pavelescu, L., 1980: Petrografia rocilor magmatice şi metamorfice, Editura Tehnică, Bucureşti.
40. Petrulian, N., 1973: Zăcăminte de minerale utile, Editura Tehnică, Bucureşti.
41. Rădulescu, D., Anastasiu, N., 1979: Petrologia rocilor sedimentare, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
42. Rieder, M., et al., 1998, Nomenclature of the micas, The Canadian Mineralogist, vol. 36, p. x-xx.
43. Robb, L., 2005: Introduction to ore-forming processes, Blackwell Publishing, London.
44. Smulikowski, W., Desmons, J., Fettes, J.D., Harte, B., Sassi, P.F., Schmid, R., 2003: Types, grade and facies of metamorphism, Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks: Web version 01.02.2007
45. Vainstein, B.K., 1989: Cristalografie modernă, vol. I – Simetria cristalelor, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti.